

PAT-NO: JP363068759A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63068759 A

TITLE: HEAT REGENERATOR FOR STIRLING ENGINE

PUBN-DATE: March 28, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TANIMURA, HIROSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NIPPON SEISEN KK

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP61214490

APPL-DATE: September 10, 1986

INT-CL (IPC): F02G001/057

US-CL-CURRENT: 60/526

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve heat exchanger efficiency as well as to aim at miniaturization in a heat regenerator, by charging a heat exchanger device, having a regenerative part made up of sintering a metallic fiber, to the inside of a cylindrical outer casing, and forming a heat insulating void between this heat exchanger device and an inner circumferential surface of the outer casing.

CONSTITUTION: In case of a heat regenerator 1 being additionally installed in a displacer 2 of a Stirling engine and doing heat exchange with a heating medium passing through this displacer 2, heat exchanger devices 9 (9A, 9B...), having holding parts 7 (7A, 7B...) fitted in an inner circumferential surface of an outer casing 3 around regenerative parts 5 (5A, 5B...) made up of sintering a metallic fiber, is charged to the inside of the outer casing 3. And, an airtight void 11 is partitively formed between the circumference of the holding part 7 and the inner circumferential surface of the outer casing 3. The holding part 7 is formed into a ringlike body, and the inner surface is closely attached and locked to a peripheral surface 35 of the regenerative part 5 by means of diffused junction or the like. In addition, as for the heat exchange device 9, the plural pieces are stacked in the axial direction and housed, and each space 49 to be interposed in a passage A, is formed between these adjacent regenerative parts 5 and 5.

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>  
F 02 G 1/057識別記号 庁内整理番号  
6706-3G

⑬ 公開 昭和63年(1988)3月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 スターリングエンジン用の熱再生器

⑮ 特 願 昭61-214490

⑯ 出 願 昭61(1986)9月10日

⑰ 発 明 者 谷 村 浩 大阪府枚方市池之宮4丁目17番1号 日本精線株式会社枚方工場内

⑱ 出 願 人 日本精線株式会社 大阪府大阪市東区高麗橋5丁目45番地

⑲ 代 理 人 弁理士 苗 村 正

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

スターリングエンジン用の熱再生器

## 2. 特許請求の範囲

(1) スターリングエンジンの為の熱再生器であって、筒状の外筒内部に、金属繊維を焼結した蓄熱部の周囲に前記外筒の内周面に嵌り合うリング状の保持部を設けた熱交換具が装填されるとともに、前記保持部と外筒の内周面との間に、前記熱媒体が通る流路と隔離された気密な断熱用の空隙を形成したことを特徴とするスターリングエンジン用の熱再生器。

(2) 前記熱再生器は、複数の蓄熱部が軸方向に積層され、かつ各積層間には前記蓄熱部より空隙率の高い空間が形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のスターリングエンジン用の熱再生器。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は熱再生器が貯える熱の外部への放散を

抑制することによって熱交換の効率を高め、エンジンの性能を向上させるスターリングエンジン用の熱再生器に関する。

(従来の技術)

近年、低公害対策、燃料の多用化、さらには太陽熱の利用を計るため、スターリングエンジンの開発が急速に進められ、又漸次実用化に入りつつある。

スターリングエンジンは、等温圧縮、等積加熱、等温膨張、等積冷却からなる周知の熱サイクルで運転され、例えば第9図に示すように、パワーピストンaと、高温の膨張室b及び低温の圧縮室cを設けたディスプレイサdとを有し、又ディスプレイサdには前記膨張室bと圧縮室cとを結ぶとともに熱媒を加温する加熱器e、熱媒と熱交換する熱再生器f、及び熱媒を冷却するクーラgが介在する熱媒流路hが設けられる。熱媒は、ディスプレイサdの動作によって前記熱媒流路hを正、逆両方向に流過するため、熱再生器fには一方からは700℃程度の高温で、他方から低温の熱媒

が交互に流入する。従って通常の一方方向性の熱交換器に比べて、2倍以上の温度差を有するため、その熱交換効率が劣る。

従来このような熱再生器<sup>1</sup>としては、例えば「汎用スターリングエンジンと使い方」(電気計算1986年第2号)には、熱交換しやすい金属である金網を用いることが開示されており、一般的には微細金網を積層する金網方式として使用されている。

また他の例としては、金属粉末を焼結する焼結材方式、あるいはセラミック等でできた蜂の巣状の小さな多孔質の板を置いておく多孔材方式なども一部で試みられている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら前記各方式の熱再生器においては、いづれもそれに用いる材料自体の表面積が小さいことから、十分な熱吸収が行えず、再生器の大型化を必要とし、このため再生器の容器外部への放熱が大となる。

さらに前記金網方式や、多孔材方式では、焼結

材方式に比べて熱媒の流れが整流となりやすく、熱吸収率に劣るという欠点もあり、従って熱交換効果は十分とはいえないものであった。

本発明は、金属繊維の表面積に着目し、これを焼結して蓄熱部を形成するとともに蓄熱部の周囲に外筒との間に気密な空隙を形成しうる保持部を設けることを基本として、スターリングエンジンの効率を高め前記問題点を解決しうる熱再生器の提供を目的としている。

(問題点を解決するための手段)

以下、前記した目的を達成でき、問題点を解決しうる本発明の手段の一実施例を図面に基づき説明する。

第1～3図において本発明のスターリング用の熱再生器1(以下熱再生器1という)は、スターリングエンジンのディスペーサ2に付設され、ディスペーサ2を通る熱媒と熱交換する熱再生器であって、外筒3内部に、金属繊維を焼結した蓄熱部5の周囲に、前記外筒3の内周面6に嵌り合う保持部7を有した熱交換具9が装填され、又

前記保持部7の外周10と外筒3の内周面6との間に気密な空隙11を形成している。

外筒3は、円形筒状の筒壁21と、該筒壁21の一端に、筒壁21に固着される側板22が設けられ、又筒壁21の他端には該筒壁21外面に嵌り合うフランジ23を具えた蓋板24を取付ける。なお筒壁21とフランジ23との間にはパッキン等のシール材が介在する。又外筒3は、伝熱率が比較的小さくかつ成形が容易な耐熱鋼、セラミック等の材料が好適に使用される。

側板22には、透孔26が開孔され、該透孔26は、前記ディスペーサ2の高温室15に通じかつヒータ27が介在する第1の導管16を接続する。又蓋板24にも側板22と同様の透孔29が穿設され、該透孔29にはディスペーサ2の低温室17に通じかつ冷却器30を介在する第2の導管19が連結される。従って、ディスペーサ2の高温室15、低温室17は、第1の導管16、熱再生器1、第2の導管19を介して導通するため、熱再生器1はディスペーサ2を通る熱

媒と熱交換する。なお前記低温室17はパワースタリング32の気室33に導通する。

蓄熱部5は、金属繊維を焼結することにより形成される。金属繊維は、ニッケル鋼、ステンレス鋼等の鉄系金属、及びアルミニウム合金、黄銅、等の非鉄系金属などからなり、繊維径150 $\mu$ 以下に形成される。

このような金属繊維は、種々方法で製造可能であり、被覆された複合線の複数を集束し、縮径加工して金属繊維を得る集束伸線法(例えば特公昭50-39069号公報)あるいは、溶解した金属を遠心力により飛散させることにより繊維状としたいわゆるペンダントドロップ法によるものの他、金属を種々の方法で切削して得る方法(例えば特開昭55-157443号公報)などはその一例である。

このような金属繊維は、開繊などの工程をへてウエズ状に成形した後、圧縮しつつ無酸化雰囲気中で加熱することにより、第3図に示すように多数本の金属繊維4は、互いに接点において金属

間拡散により接合され、多数の微細な空孔(H)を有する焼結体の蓄熱部5を形成しうる。

なお前記焼結体の空隙率は50~99%の範囲に設定されかつ空孔Hを互いに導通させることにより蓄熱部5は通気可能に形成される。又本例では、蓄熱部5は周面35と前記外筒3の内周面6との間に間隙が形成されかつ肉厚の円板状に形成される。

保持部7はリング状体であり、その内面が蓄熱部5の周面35に拡散接合、溶接、はめ込みなどの手段により密着、固定するとともに外筒3の内周面6に隙間なく、嵌り合う外周10を有する。

前記外周10には、該外周10で開口しかつ該外周10の両端縁との間に浅底の溝41が周方向に環状に取巻き設けられる。なお溝41は、複数個の小溝を断続させ形設してもよく、又螺旋状に複数回巻回させてもよい。

従って、保持部7はその外周10を外筒3の内周面6に嵌入することにより、外筒3の前記透孔26、29間に蓄熱部5を透過する流路Aが形成

される一方、外周10と外筒3の内周面6とによって、前記流路Aと隔離された気密な空隙11が形成される。

なお保持部7は、前記外筒3と同種の材料を用いることができ、特に伝熱性及び熱変形の小さい材料、例えば耐熱鋼、セラミック、ステンレス等を選択するとともに、その外周10は、前記外筒3への放熱を防ぐとの観点から外筒3の内周面6との接触面積が小さくなるよう突起状に形成することが好ましい。

熱媒は、空気、ガス体等の気体、水、アルコールなどの液体を利用でき、ヘリウムガス等の不燃性の気体が好適に採用される。

又熱媒は第1の導管16を通る間、ヒータ27によって加温される一方、第2の導管19を流過することによって、冷却器30による冷却が行なわれる。

なお本例では、外筒3内部に複数個の熱交換具9A、9B…が軸方向に積み重ねて收容されるとともに保持部7にはその一方の端面44に蓄熱部

5端面より突出しかつ環状に連続する突起45が設けられる。従って突起45の先端を隣り合う保持部7の他方の端面に当接させ保持部7が積重ねることによって、隣り合う蓄熱部5、5間には前記、流路Aに介在する偏平な空間49が形成される。

なお空間49には、第4、5図に示すようにメッシュの荒い金属製の網体50を設けることによって、隣り合う蓄熱部5、5間の隔たりを更に精度よく保持させることができる。

また前記蓄熱部5は、一例として外径50~200mm程度かつ厚さ3~20mm程度の所定形状に仕上げられるとともに、該蓄熱部5間には0.3~5mm程度の空間を有して軸方向に複数枚(約5~50枚程度)段積みされるのが好ましい。

然してパワーシリンダ32の作動に追従して上下動するディスプレーサ2は、シリンダ内を高温室15側と、低温室17側とに交互に移動する。

ディスプレーサ2が高温室15側に移動することによってヒータ27により加温され高温となっ

た熱媒は高温室15から第1の導管16をへて熱再生器1の前記流路Aを通る間熱媒の貯える熱を蓄熱部5と熱交換し温度が低下するとともに第2の導管19をへて低温室17に導かれる。

又ディスプレーサ2の逆方向への移動により、低温室17は圧縮され冷却器30によって、冷却され低温の熱媒は第2の導管19を通り熱再生器1内部に進入し、蓄熱部5が貯える熱を吸収し高温となり、該高温の熱媒は第1の導管16をへて高温室15に吐出される。このように熱媒が熱再生器1を介して高・低温室間を移動することにより、等積冷却時に貯える熱エネルギーを等積分加熱時に放出でき、熱の動力変換効率を高める。

さらに保持部7と外筒3とによって形成される断熱用の空隙11が介在することによって、熱交換具9は伝熱による熱の洩漏が著減でき、熱効率を一層高めうる。

なお本実施例のように熱交換具9を複数個設けかつ蓄熱部5、5間に空間49を形成した場合に、流路A流過する熱媒は該空間49によって乱

流となり、蓄熱部5を略均等に透過でき熱交換効率を増大しうる。

#### 〔実施例〕

第6図には本発明の他の実施例を示す、本例では、蓄熱部5とその外側に配される保持部7とを具える熱交換具9を複数個積み重ねることにより形成される。保持部7はその外周が山状をなし、頂部Pが外筒3内周面と気密に嵌り合う。又保持部7は両端面を蓄熱部5端面よりそれぞれ突出している。従って隣り合う保持部7、7は重なり合うことによって、蓄熱部5、5間に空間49が形成でき、隣り合う保持部7、7の外周10と外筒3内周面6との間に、熱媒が通る流路と隔離された気密な断熱用の空隙11を形成しうる。なお第7図に示すように、保持部7を台形状とし、隣り合う熱交換具9、9の外周10、10と外筒3の内周面6とによって空隙11を形成してもよい。

第8図は、熱交換具9の他の例を示し、金属繊維を焼結した複数個の蓄熱体55…と複数枚の金属製の網体56…とを交互に重ね合わせて蓄熱部5

を形成するとともに、該蓄熱部5の周囲に保持部7を設けている。

従って蓄熱部5を流過する熱媒は、網体56によって、その流れが乱され蓄熱部5は全体に亘って熱媒が流過でき、熱交換することができる。

なお網体に代えて蓄熱体により更に空孔率の高い金属繊維の焼結体を用いることもでき、又本発明では、各蓄熱部5A、5B…は、毎々空孔率、空孔率などの特性を変化させたものを組合せ、熱再生器を構成することもできる。

このように本発明の熱再生器1は種々な態様のものに変形できる。

#### 〔発明の効果〕

叙上の如く本発明のスターリングエンジンの熱再生器は、金属繊維を焼結した蓄熱部を有することによってその表面積が大きく増加し、熱媒も乱流となって吸熱性を高め又従来用いられている網体を積層したものに比べて圧力損失が小さく、十分な通気性を有することから熱交換効率が向上でき、小型化が可能となる。しかも蓄熱部は、柔軟

性（フレキシビリティ）にも富み、熱による保持具の膨張、収縮にもよく追従し、耐久性を向上させることができる。

又蓄熱部の周囲に保持部を設けたため、保持部の外周を容易かつ高精度に仕上げるのが可能となり、さらに保持部が外筒と熱膨張が略等しい材料を選択しうることによって、熱交換具は外筒と密に嵌合でき気密性をたかめる。さらに保持部外周と外筒の内周面との間に熱媒が通る流路と隔離された間隙を設けることによって、伝熱による熱の放散を著減でき、さらに熱交換効率を高め、スターリングエンジンの能力を増大し、同エンジンの経済的な生産に寄与しうる。

なお本実施例のように、蓄熱部間に空間を設けた場合には熱媒の流れにさらに乱流が生じ蓄熱部全体に亘って熱交換できその交換効率をより高めうる。

以上、本発明の説明にあたっては主としてディスプレイ型スターリングエンジンについて述べてきたが、本発明の熱再生器はそれ以外にも例

えばリング状に形成して用いるロンビック式スターリングエンジンなど種々型式への応用も可能である。

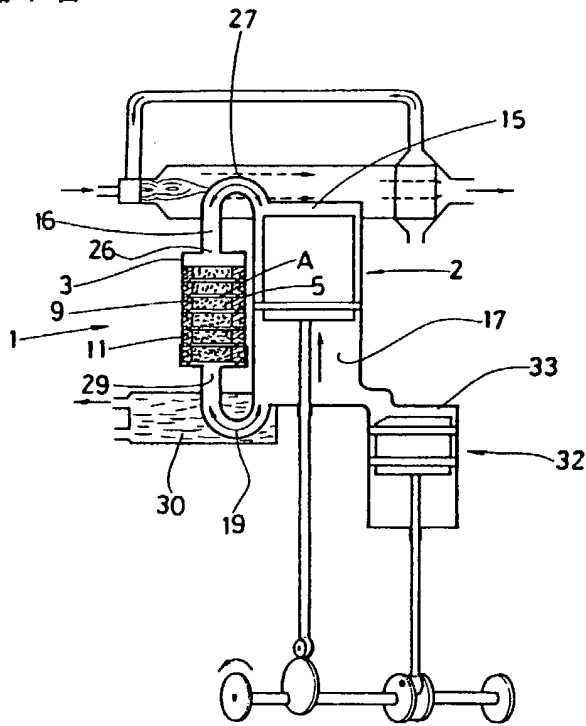
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本考案の一実施例を示す断面図、第2図はその要部を示す一部断面図、第3図は蓄熱部の部分拡大図、第4図は熱交換具の他の例を開示する断面図、第5図はその網体を示す斜視図、第6、7、8図は他の実施例を示す断面図、第9図は従来技術を示す線図である。

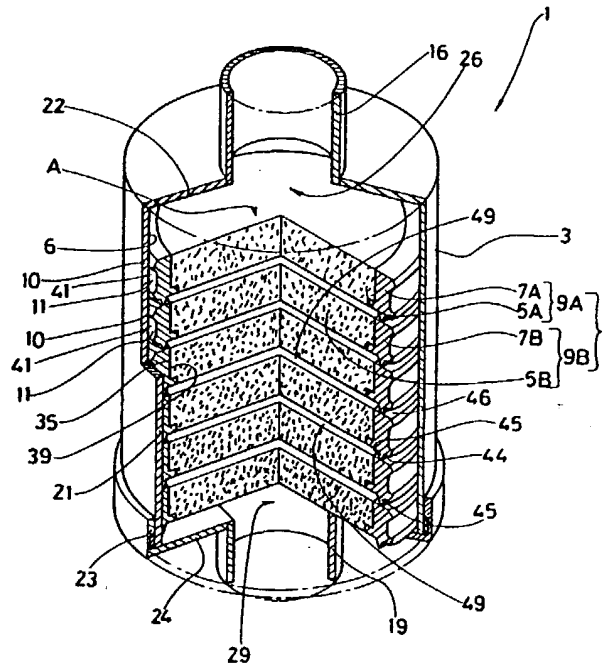
1…熱再生器、 3…外筒、 4…金属繊維、  
5…蓄熱部、 6…内周面、 7…保持部、  
9…熱交換具、 10…外周、 11…空隙、  
49…空間。

特許出願人 日本精線株式会社  
代理人 弁理士 苗村 正

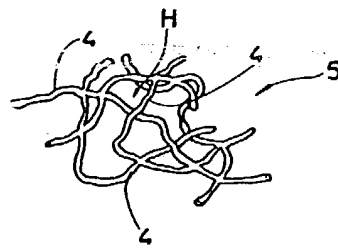
第 1 図



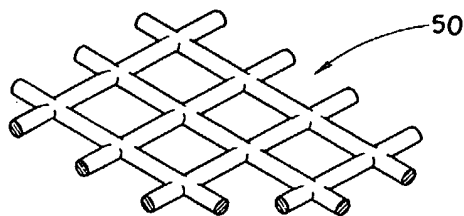
第 2 図



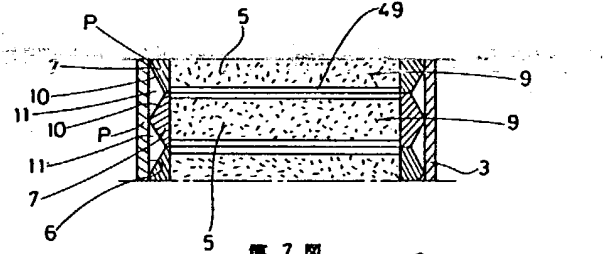
第 3 図



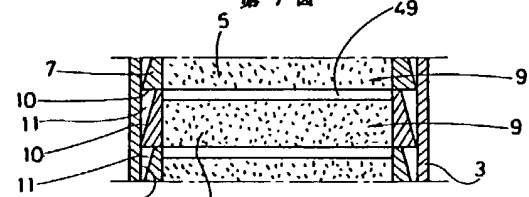
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 4 図

